

地震リスクマネジメントの必要性と課題

星谷 勝¹

¹正会員 Ph.D. 武蔵工業大学教授 工学部都市基盤工学科 (〒158-8557 世田谷区玉堤 1-28-1)

本論は、リスクを損失を伴う蓋然事象と捉え、広義のリスクを発生確率を伴う各損傷、狭義のリスクをその期待値と定義している。そして、リスクマネジメントは、このように定量化したリスクを用いた科学的なソフト技術と位置付けている。リスクを、損失というマイナス量のみでなく利得というプラス量まで含めることにより会社経営、不動産運用、金融、証券投資といった分野へ適用できることを論じている。次に、地震保険によるリスクの金銭的な移管に関し、被保険者にとっての最適な保険料算出法を示している。最後に、ハード技術とソフト技術の統合化事例を提案している。

Key Words : seismic risk management, risk and return curve, insurance, life cycle cost, asset and finance engineering, hard and soft technologies, risk information sharing system

1. はじめに

始めに、3つのことを明確にしておきたい。第1は、リスクとは損失を伴う蓋然事象に対する概念である。第2は、リスクは損失というマイナス量のみでなく利得というプラス量まで含めて蓋然事象として統一的に扱えることである。第3は、地震リスクマネジメントは、ハード技術とソフト技術の統合化を必要とする。

第1の蓋然事象に言及したい。「経営が順調で今年は高額な法人税を払わなければならない」、「国際協定で自衛隊を紛争地帯に派遣しなければならない」、「来年は、60歳の定年になるが、老後はどうしよう。しかも上の息子は大学へ進学が決まり入学金を用意しなければならない」。このような事例の共通点は確実にその瞬間が訪れることである。したがって、どのような損失を伴おうとも、確定事象となる。第1の例では、相当額の金を用意しなければならず、脱税で逃れることは許されない。第2の例では、たとえ危険が存在しても、政府は実行するであろう。第3の例では、借金してでも入学金を用意しなければ入学できない。

一方、「天気予報によれば、明日は集中豪雨があり崖崩れが発生するかもしれない」、「私の住んでいるところは元が田んぼの砂地盤であるから地震が起これば液状化が発生し倒壊の危険がある」。このような事例の共通点は事象が不確定ということから蓋然事象である。

前者は数学では確率1の確定事象であり、後者は確率が0と1の間の不確定事象である。リスクとは、後者の

ように確率が0と1の間の数値となり、損失を伴う蓋然事象に対して用いられる概念である。リスクに対しては、運がよければ、無事で済まされることから、つい備えを怠り不幸が起こるのである。

第2のリスク概念の拡張について述べる。「虎穴に入らずんば、虎子を得ず」(in English, high risk, high return.)、「まとまった金ができたので、証券投資をしたいが株の値下がりはないだろうか」。このような事例の共通点は損失もあるが利得もある。地震リスクは一般にネガティブな事象のみを想定するが、両方を考えることにより、会社経営、不動産運用、金融、証券投資といった損失と利得の両面を含む対象へリスクマネジメントを適用することができる(文献2, 3)。

第3はハード技術とソフト技術の統合である。GIS、自然災害リスク評価技術、モニタリング技術、構造物信頼性評価技術を統合し、災害時、災害切迫時に自治体と市民間で効率的に災害危険度、被害予測情報を双方向で共有できるシステムの開発が可能である。これについては、後述する。

2. リスクを受け止める

リスクは、不安を連想させる否定的な言葉でもあり、しかも曖昧さを伴うことから本当のところはどの程度危険なのか掴みきれず、各分野で対応が不十分であった。ところが、近年、政治や経済、金融、環境問題など、さ

まざまな分野でリスクに対峙しようとする機運になってきた。その切っ掛けは、建設分野では（１）設計法の国際化への移行（２）１９９５年の阪神淡路大地震、（３）不動産価格評価と証券化、である。

（１）の国際化は、現在使われている仕様設計法を国際的な性能設計法に改めようとする機運である。わが国は、WTOに加盟していてそこで決めた約束事を守ることが義務づけられている。この約束事とは、設計は現行のように仕様で縛るのではなく、対象施設の機能を明確にし、それを遂行する能力、すなわち要求性能水準を設定し、それを満足する限り、原則的にはどのような手法で設計してもよい、というものである。したがって、「材料は何々を用いること」、「鉄筋の径は何ミリ以上とする」、等と細かく規定することをしないことになる。ところが、要求性能を完全に満たすことは不確実性のもとでは不可能である。そこで、「どの程度のリスクまでなら許容できるのか」、を決めることが重要な合意形成の問題となる。また、この設計法の重要な理念は、情報の公開(disclosure)、説明責任(accountability)、自己責任(liability)の３つである。設計がこの理念に基づくならば、リスクの存在を認め、リスクに関わる情報を共有し、リスクが発生した理由を説明する責任を認識して、結果に対して責任をとるよう求められることになる。したがって、リスクとは何かを真剣に考え、機能遂行能力を達成できない可能性は確率を用いて定量的に評価することになる。

リスクを受け止めるようになった直接の切っ掛けは、（２）の阪神淡路大地震である。自分たちが構築した構造物が壊れる姿に直面し、「安全に絶対はない」といった視点から構造物を見られるようになったからである。今までは、構造物を壊れないように設計・施工することに努力が払われ、多くの構造物はより丈夫にすることに注力されてきた。ところが、この地震を契機にリスクの存在を肯定する方向へと移り変わったのである。他分野では、例えば航空機はずっと以前から航空会社も乗客も共にリスクを認めてきた。その証拠に、航空保険があるし、航空機にはフライトレコーダーやボイスレコーダーが搭載されている。自動車も然りである。対物対人保険の存在を考えれば明らかである。ところが、医療分野や公共土木事業では、なぜか「失敗はあり得ない」という考えが未だに存在することを否定できないのである。医者自身が自衛のために手術に際し、手術保険を購入するだろうか、役所が地震保険を高速道路に掛けるだろうか。しかし、実際には医者もミスをするし、公共機関も完璧ではあり得ないのである。

（３）の不動産評価と証券化では、リスクが重要な判断基準となる。最近是不動産への銀行からの融資が縮小され、証券化の手法を使って不動産を流動化することが活発になっている。この際、個人投資家が安心して取引で

きる為には不動産証券の格付け、適切な投信価格などの分析が必要である。その際、不動産の経済環境、市場価値だけでなくリスク情報が必要となる。そして、損失と利得の情報を統一的に扱える予測モデルの開発が望まれる。

3. 地震リスクマネジメントとは

先ず、「リスクとは何か」を定義したい。地震リスクマネジメントとは、地震のもたらすリスクを何らかの対策により管理することであるから、リスクを定量的に表現しなければならない。曖昧なままだと、対策によりリスクがどの程度低減されたのかを定量化できないからである。日頃よく使われる「リスク」あるいは「危険」という意味には、前述したように、証券投資のように利得あるいは損失の両方が生じる可能性のことを指し、その変動の大きさに注目する、いわゆる変動リスクと、自然災害のように損失だけが一方的に生じる純粋リスクとがある。損失には、被害の程度に応じて、小被害から大被害まで複数の損傷モードが考えられる。ここでは、純粋リスクに限定し、「リスク」を広義のリスクとして、（１）発生確率を伴った個々の損失の大きさ、狭義のリスクとして、（２）発生確率と損失の積の総和として求めた損失の平均値、すなわち、損失期待値と定義する。

地震リスクマネジメントは、（１）リスクの識別と分析を行ない、損失の大きさと発生確率を評価する。（２）リスクを低減する方策を検討し、リスク低減の未処理分に対して、保有か、転嫁か、それとも回避かの方針を立てる。（３）方策の実行、の３つの段階から構成される。この方策をどの時点に対応させるかによって、リスクマネジメントはクライスマネジメントとリスクマネジメントに分類される。

クライスマネジメントは、地震発生事後の行動のために、事前に具体的な方策を立てておき、地震時には「被害やそれがもたらす損失をいかに拡散させず迅速に解消するか」を目指すものである。一方、リスクマネジメントは、「被害や損失が発生する前に、科学的にそれらを分析して、損失を未然に最小に抑える」という危機管理である。これは、１９２７年の世界恐慌を機にアメリカの保険分野から発し、１９５０年代には保険分野から原子力分野に至る広範囲にわたる包括的な危機管理へとその考え方が展開されたもので２つの危機管理は、全く別のものではなく互いに深く関連している。

リスクを低減するには、リスクが損失の発生確率 P と損失 C の積であることから、 P を減らす予防対策と、 C を減らす軽減対策を組み合わせればよい。予防は、地震自体の発生を阻止できないが、 P を低減させるために地盤

を改良し、あるいは構造を強化することにより可能である。つまり、オフィスビルならば、柱、はり、壁を耐震的に強化すればよい。一方、軽減はCを小さくするために危機管理の教育、人員確保による早期回復、あるいは消防設備の拡充により可能である。大地震の際のように、発生は低頻度だが、大損失を伴うリスクに対しては、共済、保障、保険、証券化といったリスクファイナンスにより万一の損失を転嫁するという対処が必要である。

4. リスクマネジメントは科学的手法

リスクマネジメントでは、数理手法を用いて施設の脆弱性情報と地震危険度情報を定量的に求めることになる。

施設の脆弱性情報は、サイトの地震動強さを条件として与え、広義のリスクにより表現される。すなわち、各損傷モードの大きさ C_i と、その損傷発生確率 P_i をグラフにした損失確率関数を用いる。

C_i は、施設や建物が被害を被ることの重大さを示す量である。そのためには、被害が起きたら何が困るのかを明確にしておかなければならない。損失には、施設が被害を受けたときの復旧費が考えられる。これは物理的な被害額だから評価は比較的容易である。しかし、損失には、機能低下による損失、派生被害による損失、人命喪失による損失も考えられる。さらに、同じ地震被害であっても、主体者が誰であるかによっても異なる。例えば、道路施設の場合、主体者が道路を管理する国や自治体とすれば、利用者の生命、道路が不通になることによる経済的影響、利用料金の未収、施設修復費などが損失に計上される。一方、主体者が道路を利用する市民とすれば、自身の生命と道路が利用できなくなる不便さが損失である。企業の場合、主体者が企業を運営管理する側とすれば、物理的な被害による損失と機能低下による損失である。主体者を従業員とすれば、自身の生命と雇用問題が損失にかかわることになる。このように、人や立場によりリスク評価の内容は異なることになる。

P_i を求めるには、信頼性解析による。これは、イベントツリー解析と、イベントツリーの分岐点に張り付く確率を求める地震損傷度解析からなる(詳しくは、文献1)。これらの確率は地震動の大きさを与えたときの条件付確率である。イベントツリーが完成すれば、損失確率関数が求められ、狭義のリスク、すなわち損失期待値 R が計算できる。地震動の大きさを変化させて R を求めると、いわゆる地震ロス関数が得られる。

一方、地震危険度情報は、サイトに影響を及ぼす可能性のある過去の地震データ、活断層資料、地質構造、地球物理学の知見から得られ、その結果は地震ハザード曲線に集約される。

施設の脆弱性を示す地震ロス関数と、入力地震動の不確定性を示す地震ハザード曲線から、共通のパラメータである地震動の大きさを消去して R とリスク超過確率の関係を求める地震リスクカーブが得られる。対策後のリスクカーブとそれ以前のリスクカーブとの差が対策の効果といえる。リスクカーブの面積は年間損失期待値となる。リスクカーブは詳細な地震リスク情報を与え、企業は資金耐力を超えるような地震被害の発生確率を読み取ったり、損保会社は損害保険の再保険手当の意思決定情報としても利用する。また、多くの施設群を対象としてポートフォリオの地震リスクカーブの作成も可能であり、保険会社の視点から保険料を算定するには重要な意味を持つ(文献4, 5)。

損失だけでなく経済活動の原則である利得とを合わせて一元化した、横軸に利回り、縦軸に超過確率(リターンを得る可能性)をとったリスク・リターン曲線が提案されている。これは、地震リスクカーブの拡張である。この曲線から、企業は事業遂行の向上を目的とした投資戦略の優劣をリスクと利得の両面から検討することができる。耐震対策(リスクの予防と低減)をした場合、保険によりリスクの一部を金銭的に転嫁した場合などいろいろな場合のリスク・リターン曲線を求めることにより意思決定に利用できる(文献2, 3)。

5. 施設所有者にとっての最適地震保険とLCC

ライフサイクルコスト(LCC)は、初期建設費、維持管理費、自然劣化による不具合の補修費、さらに、自然災害による損失などさまざまな費用を累積したものであり、施工期間および供用期間中に生じる総費用である。この総費用を最小にするように、設計、施工、維持管理を執行することは費用対効果の原則から合理的である。ここでは、一般土木施設、建築物を対象として、LCCに含まれる諸費用のうち自然災害による損失の影響に着目し、施工期間と完成後の供用期間における自然災害による損失を考慮したLCCの最適化問題を構築する。なお、簡単に扱うために、維持管理費、補修費は対象外としている。そして、損失の一部を損害保険(以下、保険)により転嫁することを考慮した場合のLCCの最適化を考えてみる。過去のLCC最適化問題では、LCCの中で保険料の支出は考慮されているものの、保険により軽減されたリスクは評価されていない。ここでは、損失に効用の概念を導入することにより、建設会社あるいは施設所有者にとって保険に加入することの意味を明確にし、軽減されたリスク、および保険の効果を定量的に評価する。なお、本稿のLCCに補修費などの諸々の費用を加算しても、モデルの骨格構造は本質的には不変である。

発生確率は低いが、損失が大きいリスクに対しては、リスクの一部を保険により金銭的に転嫁することが考えられる。保険料は損失期待値に対する損害保険会社（以下、保険会社）の負担分（純保険料）に手数料（付加保険料）を加算したものであるから、保険に加入すれば付加保険料の分だけ余計な支出となり、この分だけLCCは増加する。したがって、保険に加入することは期待値という確率概念から考えると意味をなさない。また、たとえ付加保険料が無い場合でも、‘若しも’という事態の発生に対する人々の危険に対する態度によって保険加入は左右されることもある。保険加入が意味をなす理由は、効用理論から説明されることになる。効用は実際の金額に対する個人の満足感（損失に対しては、失望感）を表し、保険加入の意思決定は損失に対する効用を用いて行われる。保険に加入した場合の損失期待値（自己負担分+保険料）が、効用を考慮するにも拘わらず保険に加入しなかった場合の損失期待値より小さければ保険加入が選好される。被保険者に許容される保険料の決定には効用を考慮した上で、適切な免責限度額 l_0 と支払い限度額 u_p の設定が必要である。文献6では、以上の原則に基づき、年間当たりの地震ハザードを用いて土木施設・建築物の損失を評価し、同時に被保険者にとっての最適な保険料を算定する手法を提案している。

ここでは、文献6の手法を拡張してLCCの最適化問題を検討してみる。そして、供用期間T年におけるLCCを最小化するように、施設の要求機能水準パラメータ x 、仮設工法パラメータ y 、リスクの建設工事保険（以下、工事保険）への転嫁パラメータ $z_1 = \{u_p, l_{o1}\}$ 、供用期間中のリスクの地震保険への転嫁パラメータ $z_2 = \{u_p, l_{o2}\}$ を選択するための数理モデルを構築する。

LCCは、初期建設費と供用期間中に発生する地震被害による損失期待値から構成され次式で与えられるものとする。

$$LCC(x, y, z_1, z_2, r, T) = C(x, y, z_1) + \{E_0[L(x, z_2)] + (1+k)E_1[L(x, z_2)]\} h(r, T) \quad (1)$$

ここで、 $C(x, y, z_1)$ =初期建設費、 $E_0[L(x, z_2)]$ =施設所有者が自己負担する年間リスク、 $E_1[L(x, z_2)]$ =保険会社へ転嫁する年間リスク、すなわち、純保険料、 $kE_1[L(x, z_2)]$ =付加保険料、 $h(r, T)$ =現在価値への変換関数、 r =変換率である。

現在価値への変換関数は

$$h(r, T) = 1 + (1+r)^{-1} + (1+r)^{-2} + \dots + (1+r)^{-T+1} = [1 - (1+r)^{-T}] / [1 - (1+r)^{-1}] \quad (2)$$

式(1)で与えられるライフサイクルコストLCC(x, y, z₁,

$z_2, r, T)$ は、右辺第1項の初期建設費 $C(x, y, z_1)$ と第2項の損失期待値から構成されている。損失期待値は、式(1)により施設所有者が自己負担する損失期待値 $E_0[L(x, z_2)]$ と、地震保険へ転嫁され保険会社が負担する損失期待値 $(1+k)E_1[L(x, z_2)]$ に分けられる。後者には保険会社が要求する付加保険料が含まれる。保険は単年度契約として、毎年想定される損失期待値は、変換関数 $h(r, T)$ を用いて現在価値へ変換される。保険料 $(1+k)E_1[L(x, z_2)]$ は、施設所有者の損失期待値の中で保険会社負担分に相当する純保険料に付加保険料（手数料）を加算したものであり、施設所有者の支出としてLCCに含まれている。なお、手数料は運営費や営業利益として保険会社が要求するものである。付加保険料は純保険料に一定の比率 k を乗じたもので与えられるとする。

一般に、保険では小さな損失は自己責任とし、大きな損失には最大支払い額が設定されているが、これと同様に地震保険では免責限度額 l_0 と支払い限度額 u_p が設定される。これらの限度額により、式(1)に示すように損失期待値の分担が施設所有者と保険会社へ振り分けられる。

式(1)に基づき、LCCを最小化することの意味を考察してみる。もし設計において要求機能水準（パラメータ x ）を高く設定すれば初期建設費 $C(x, y, z_1)$ は高くなるが、その分だけ安全性が向上するから、第2項の損失期待値は小さくなる。逆に、建設費が安ければ、第2項は大きくなる。したがって、中間に最小値が存在することになる。一方、式(1)の第2項のみに注目し、仮に x を固定して z_2 のみを変化させてみる。 u_p を無限大に近づければ、保険会社の負担、すなわち保険料 $(1+k)E_1[L(x, z_2)]$ が増大し、施設所有者の負担する損失期待値 $E_0[L(x, z_2)]$ はゼロに漸近する。逆に、 u_p を小さく設定すれば、 $(1+k)E_1[L(x, z_2)]$ は小さいが、 $E_0[L(x, z_2)]$ が増大する。しかし、両者の和は、振り分け前の損失期待値に付加保険料（手数料）を加算したものとなるから一定である。一方、施設所有者のリスクに効用を考慮すれば、後述のように第2項は、これらの中間に最小値が存在することになる。以上の考察から明白なことは、式(1)の最適化は第2項の最適化を内蔵した最適化問題となっている。実際には、右辺の第1項と第2項は共通に x の関数であり、さらに第2項は変数 x, u_p, l_0, T の多変量関数となっているから、両者を区別して、別々に最適化することは出来ない。両者を一体としてLCCを最小化することにより、(1)最適な要求機能水準パラメータ x と(2)施設所有者にとっての最適な保険料 u_p を決定することができる。

ところで、初期建設費 $C(x, y, z_1)$ は、設計に要する諸費用および建設費が合算されたものだが、後者の建設費には、建設中のリスクが考えられる。すなわち、工事によっては数年を要し、その間に台風による自然災害や人

為的災害などが考えられる。これらのリスクに対して工事保険を利用して工事を実施するものとする。この場合には、第1項の $C(x, y, z_1)$ は、第2項と同様にブレイクダウンされ、それ自身が最適化問題を内蔵することになる。

施工期間は供用期間に比べて短いので、現在価値への変換を考えないとすれば、初期建設費は次式で表せる。

$$C(x, y, z_1) = C(x, y) + G(x, y, z_1) + CI(x, y, z_1) \quad (3)$$

ここで、 C =建設工事費、 G =建設会社が負担するリスク、 CI =保険会社へ転嫁するリスク、である。

この式においても、仮設工法パラメータ y によって、右辺第1項と第2項以下との間にトレードオフの関係が存在する。さらに、工事保険へ転嫁するパラメータ z_1 により $G(x, y, z_1)$ と $CI(x, y, z_1)$ との間にトレードオフが行われ、最適化問題を構成する。

式(1)の右辺における施設所有者の負担する年間リスクは次式で与えられる。

$$E_0[L(x, z_2)] = \int_0^{\infty} E_0(x, u_p, \ell_0 | a) f(a) da \quad (4)$$

ここで $f(a)$ は、サイトに発生する年間地震最大加速度 a の確率密度関数であり、地震ハザード曲線を用いてサイト毎に求められる。 $E_0(x, u_p, \ell_0 | a)$ は施設所有者の負担する条件付損失期待値であり、損失 L の効用関数 $u=U\{L(x)\}$ を用いて次式で計算される。

$$E_0(x, u_p, \ell_0 | a) = \int_0^{\ell_0} u p(u | a) du + \int_0^{\infty} u p(u + u_p | a) du \quad (5)$$

式(5)をグラフで示すと図1のようになる。右辺第1項は免責限度額以下の損失に対応し、第2項は支払い限度額を越えた損失の差額分に対応したものである。 ℓ_0 と u_p 間の損失は施設所有者の免責となる。損失がある程度大きいと、実感される損失、すなわち効用はさらに大きなものとなる。言い換えると、損失の効用関数は被保険者に導入され、不確実な損失よりも確実に損失を回避したく考えるから、危険回避的な行動に対応した効用関数となり一般に下に凸の不等式 $U\{L(x)\} \geq L(x)$ を満足するものである。 $p(u | a)$ は効用の条件付確率密度関数である。 $p(u | a)$ を求めるには、地震加速度 a を条件として損失 $\ell = L(x)$ を介した効用 $u = U\{L(x)\}$ の確率密度関数を求めることになる。それを求めるには既に述べたようにイベントツリー解析が有効である。

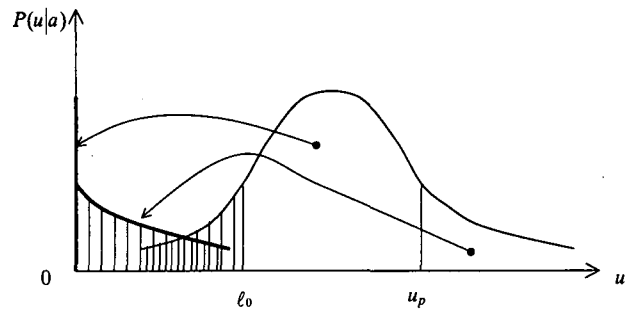


図1 施設所有者の条件付損失の確率密度関数

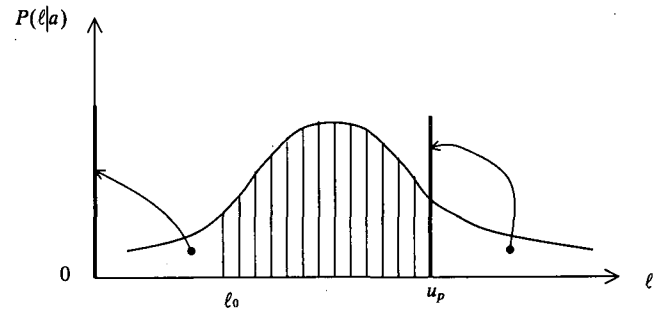


図2 保険会社の条件付損失の確率密度関数

式(1)の右辺第2項の保険会社へ転嫁する年間リスク(保険料)は次式で与えられる。

$$(1+k)E_1[L(x, z_2)] = (1+k) \int_0^{\infty} E_1(x, u_p, \ell_0 | a) f(a) da \quad (6)$$

ここで、 $E_1(x, u_p, \ell_0 | a)$ は保険会社が負担する条件付損失期待値であり、損失 $\ell = L(x)$ を用いて次式で計算される。保険会社は危険中立的であるから、当然ながら損失に対して効用を考えない。

$$E_1(x, u_p, \ell_0 | a) = \int_0^{\ell_0} \ell p(\ell | a) d\ell + u_p \int_{u_p}^{\infty} p(\ell | a) d\ell \quad (7)$$

式(7)をグラフで示すと図2のようになる。ここで、右辺第1項は損失の全額負担分、第2項は支払い上限額の方担分である。

さて、施設所有者に保険が選好される条件は、保険によりリスクの一部を転嫁した場合の損失期待値が、保険加入を避けた場合の損失期待値を下回ることであるから、

$$E_u = \int_0^{\infty} E(u | a) f(a) da \quad (8)$$

$$E(u | a) = \int_0^{\infty} u p(u | a) du \quad (9)$$

として、

$$E_u \geq E_0[L(x, z_2)] + (1+k)E_1[L(x, z_2)] \quad (10)$$

図3は式(10)の関係を図示したものである。この図は、保険加入が意味をなす式(10)の条件のもとで、保険料の支払い限度額 u_p の最適値を示している。効用を考慮しない場合、施設所有者の自己負担分の年間リスク $E_0[L(x, z_2)]$ と純保険料 $E_1[L(x, z_2)]$ の和は u_p に独立で一定値となっている。したがって、この限りでは最適な u_p は存在しない。一方、効用を考慮すると、 $E_0[L(x, z_2)]$ と保険料 $(1+k)E_1[L(x, z_2)]$ の和は式(10)の条件を満足する範囲内で最小値を示している。この最小値に対応する u_p の値が施設所有者にとって保険の最適支払い限度額である。

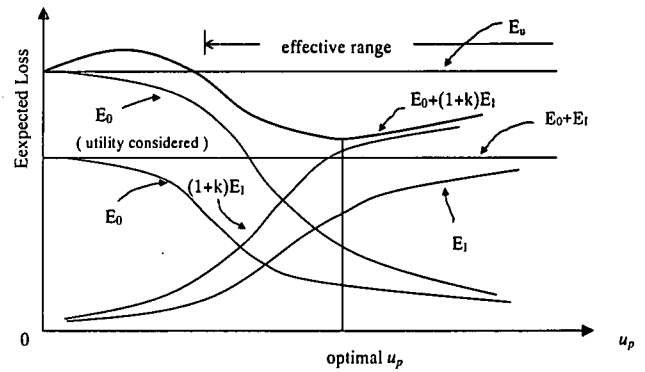


図3 U_p の最適値

6. ハード技術とソフト技術の統合：地震リスクの対話的情報共有化

地震リスク情報を自治体と市民が双方向で対等に共有化できるシステムの開発は是非実現したい課題である(文献7)。インターネット上のコンピューターにGISをベースとしたシステムを構築する。このシステムは自然災害リスクを予測する機能を持ち、市民が住居等の私有財産情報を入力し、個人の自然災害危険度、被害予測情報を対話的に取得し、自治体と市民間で双方向の情報の流れを可能とする。このような対話的情報共有化システムを開発できれば、今まで国や自治体が一方向で発信してきた地震危険度や被害想定情報を双方向に発展させ、個人は私有財産情報を入力情報とし、よりリアルで精度の高い、自然災害危険度情報を入手できる。そして、自治体は被災時あるいは切迫時には、モニタリングシステムを通して、あるいは市民からの被害情報を集積し、それを更新し避難誘導や復旧支援の効率化をはかる。市民は、地震をはじめとする自然災害危険度や私有財産の安全性に関する情報に日常的に接することで防災意識が向上し、市民参加型の防災対策の構築に大きく役立つと考えられる。被災時や災害切迫時には、市民から被害、非難情報を入手し、自治体から発信する情報の確信度の向上が図られ、市民行動の適正化、避難誘導や救出および復旧支援に貢献できる。なお、デマや過誤情報のシステムへの侵入防止、および市民財産情報の安全管理は今のIT技術で可能であろう。

このシステムの開発には、(1)GISをベースとした危険度解析と被害予測(信頼性解析技術)、(2)インターネットによる双方向情報共有化(コンピューターシステム技術)、(3)動態観測データの情報入手(モニタリング計測技術)の統合化が要求される。

7. おわりに

5節では、被保険者の視点から、最適保険料を算定する方法を示している。リスクを予防する対策(Pを低減)、あるいは軽減する対策(Cを軽減)を怠り、リスクの振り分けにおいて、リスクを100%保険会社へ委ねたり、逆に保険による転嫁を考えずリスクを100%保有するような極端なスタンスは社会的に容認されないであろう。

本論では、地震ハザードと構造安全性に関して誰よりも豊富な知見と技術を有する技術者が、「保険料が高いので無理だ」と手をこまねいているのではなく、積極的に保険会社へ逆提案できるよう努力すべきであろうとの思いから提案したのである。勿論、政府の視点、保険会社の視点、施設利用者の視点等で最適な保険はそれぞれ異なるであろう。合意形成が必要である。

近年、「リスクマネジメント」のソフト技術の発展は目覚ましい。土木学会においても、各分野で多くの方々が関心を寄せている。本年度の学術発表会(北海道)において活発な情報交換が行われたが、さらに発展し、来年は学術発表会で、このテーマで複数のセッションが構成されたらと思う。また、「リスクマネジメント」は、いわゆるソフト技術であり、実態の伴わないものと見られがちだが、思想と論理に基づく実用的な技術である。そして、ハード技術に、この「思想」と「論理」を組み合わせることにより現実の課題を解くことができるものとする。

また、我々技術者のみが有するリスク関連の工学技術を金融、経営分野などへ技術移管する好機到来と考えている。リスクマネジメント技術の適用先は広い。

最後に、筆者は、本論が表題に相応しくなく、網羅性を考慮した内容になっていないとの指摘を恐れる。日頃思い込みの激しい筆者の資質としてご寛容ください。

参考文献

- 1) 星谷勝, 中村孝明, 構造物のリスクマネジメント, 山海堂, 2002年4月.
- 2) 中村孝明, 不動産証券化のリスクマネジメント, 山海堂, 2001年11月.
- 3) 中村孝明, リスク・リターンによる耐震投資の効果とマネジメント, 第4回地震災害マネジメントセミナー, 土木学会地震工学委員会, 神戸, 平成14年11月.
- 4) 矢代晴実, 地震リスク移転について, 第4回地震災害マネジメントセミナー, 土木学会地震工学委員会, 神戸, 平成14年11月.
- 5) 水谷守, ポートフォリオ・不確定性の低減, 第4回地震災害マネジメントセミナー, 土木学会地震工学委員会, 神戸, 平成14年11月.
- 6) 望月智也, 中村孝明, 木村正彦, 星谷勝, 損失に対する主観金額を考慮した地震保険の最適化, 土木学会論文集, No.703/I-59, 203-210, 2002年4月.
- 7) 星谷, 岩楯, 清野, 松本, 中村, 志毛, 住民向け自然災害危険度の対話的情報共有化に関する研究, 平成14年度建設技術開発助成金計画書 (不採用), 平成14年5月.